

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト ⁸ (参考)
H 0 1 M 8/02		H 0 1 M 8/02	B 5 H 0 2 6
8/10		8/10	
8/24		8/24	R

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 7 頁)

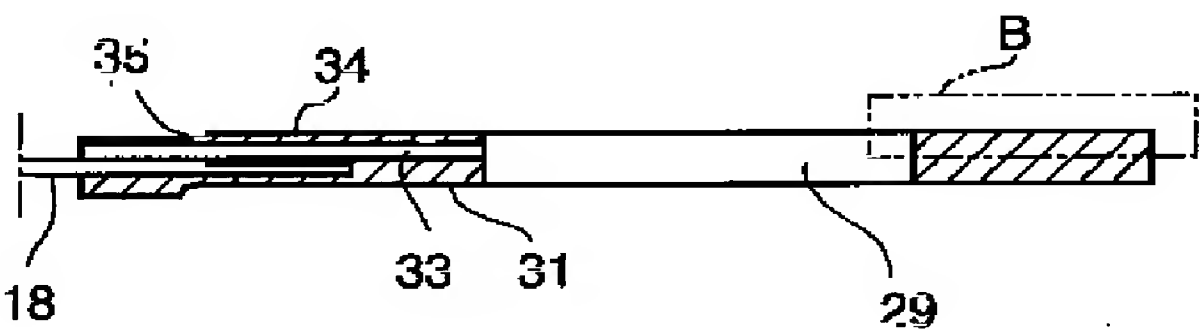
(21) 出願番号	特願2000－254288(P2000－254288)	(71) 出願人	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地
(22) 出願日	平成12年 8 月24日 (2000. 8. 24)	(72) 発明者	▲高▼橋 剛 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内
		(74) 代理人	100083091 弁理士 田淵 経雄
		F ターム (参考)	5H026 AA06 CC05 CC08 EE02 EE06 EE18

(54) 【発明の名称】 燃料電池用セパレータおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 1つのフレームの板厚内に、段差をもたない流路を形成した燃料電池用セパレータとその製造方法の提供。

【解決手段】 セパレータ周囲にマニホールド29を内蔵した樹脂フレーム31を有する樹脂フレーム付きの燃料電池用セパレータ18において、樹脂フレーム31のマニホールド29より内周側部分に、マニホールド29と樹脂フレーム内周面の内側空間とを連通するトンネル状の流路33が形成されている燃料電池用セパレータ18。流路33のセパレータ側部分の内面はセパレータ18の表面と同一面上にある。ピン状の中子をフレーム中間品成形用型内に配してマニホールドより内周側部分にトンネル状の流路33を有し中子抜き時に干渉する部分が欠落したフレーム中間品を形成する第1段工程と、中子抜き時に干渉する部分を埋めてフレーム最終品を形成する第2段工程と、を有する燃料電池用セパレータの製造方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 セパレータ周囲にマニホールドを内蔵した樹脂フレームを有する樹脂フレーム付きの燃料電池用セパレータにおいて、セパレータの外縁部が前記樹脂フレームに一体成形されており、前記樹脂フレームの前記マニホールドより内周側部分には、前記マニホールドと前記樹脂フレーム内周面の内側空間とを連通するトンネル状の流路が形成されている、ことを特徴とする燃料電池用セパレータ。

【請求項2】 前記流路は該流路の全長にわたって直線状に延びており、前記流路のセパレータ側部分の内面は前記セパレータの表面と同一面上にある、請求項1記載の燃料電池用セパレータ。

【請求項3】 セパレータ周囲にマニホールドを内蔵した樹脂フレームを有し、前記樹脂フレームの前記マニホールドより内周側部分に、前記マニホールドと前記樹脂フレーム内周面の内側空間とを連通するトンネル状の流路が形成されている、樹脂フレーム付きの燃料電池用セパレータの製造方法であって、流路成形用のピン状の中子をフレーム中間品成形用型内に配して熔融樹脂を注入し樹脂凝固後型から外し中子を抜いて、樹脂フレームのマニホールドより内周側部分にトンネル状の流路を有しマニホールドより外周側部分のうち中子抜き時に干渉する部分が欠落したフレーム中間品を形成する第1段工程と、フレーム中間品をフレーム最終品成形用型内に配して熔融樹脂を注入して前記中子抜き時に干渉する部分を埋め、樹脂凝固後型から外してフレーム最終品を形成する第2段工程と、からなる燃料電池用セパレータの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、外周部に樹脂フレームを有し該フレームにトンネル状流路を有する燃料電池用セパレータとその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】固体高分子電解質型燃料電池は、イオン交換膜からなる電解質膜とこの電解質膜の一面に配置された触媒層および拡散層からなる電極（アノード、燃料極）および電解質膜の他面に配置された触媒層および拡散層からなる電極（カソード、空気極）とからなる膜-電極アッセンブリ（MEA：Membrane-Electrode Assembly）と、アノード、カソードに燃料ガス（水素）および酸化ガス（酸素、通常は空気）を供給するための流体通路または冷却媒体を流すための流路を形成するセパレータとからセルを構成し、複数のセルの積層体からモジュールを構成し、モジュールを積層してモジュール群とし、モジュール群のセル積層方向両端に、ターミナル、インシュレータ、エンドプレートを配置してスタックを

構成し、スタックをスタックの外側でセル積層体積層方向に延びる締結部材（たとえば、テンションプレート）にて締め付け、固定したものからなる。固体高分子電解質型燃料電池では、アノード側では、水素を水素イオンと電子にする反応が行われ、水素イオンは電解質膜中をカソード側に移動し、カソード側では酸素と水素イオンおよび電子（隣りのMEAのアノードで生成した電子がセパレータを通してくる）から水を生成する反応が行われる。

アノード側： $\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$

カソード側： $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- + (1/2)\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$
カソードでの水生成反応では熱が出るので、セパレータには、各セル毎にあるいは複数個（たとえば、2個）のセル毎に、冷却媒体（通常は冷却水）が流れる流路が形成されており、燃料電池を冷却している。特開平8-162131号公報は、メタルセパレータ周囲に樹脂フレームを有し、樹脂フレーム内に形成されたそれぞれのマニホールドから燃料ガス、酸化ガスを、樹脂フレームに形成された流路を通してメタルセパレータに形成された燃料ガス流路、酸化ガス流路に供給、排出する燃料電池用セパレータを開示している。樹脂フレーム間にMEAの膜が挟みこまれてシールされるので、樹脂フレームの表面に流路が溝状に露出してシール面に凹凸をつけることはシール上望ましくない。そのために、樹脂フレームに形成された流路は2枚のフレームに溝状流路を形成しておき溝状流路を合わせて2枚のフレームを張り合わせることににより、2枚のフレームの合成フレーム内に形成されている。流路は、セパレータの片側表面の反応ガス流路に連通するために、途中でフレーム板厚方向に屈曲しており、屈曲部には流路に段差がある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来の燃料電池用セパレータには、つぎの問題がある。

- ① 2枚の板の張り合わせて合成フレーム内流路を形成するので、2枚の板の合わせ面のシールが新たに問題となる。また、フレームの個数が倍増し、製造コスト、組立てコスト等が大幅に増大する。
- ② マニホールドからセパレータの片側表面の反応ガス流路までの流路にフレーム板厚方向に屈曲する段差があり、反応ガスの流れの円滑性が阻害される。本発明の目的は、1つのフレームの板厚内に、段差を持たない流路を形成した燃料電池用セパレータとその製造方法を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明はつぎの通りである。

（1）セパレータ周囲にマニホールドを内蔵した樹脂フレームを有する樹脂フレーム付きの燃料電池用セパレータにおいて、セパレータの外縁部が前記樹脂フレームに一体成形されており、前記樹脂フレームの前記マニホ

ールドより内周側部分には、前記マニホールドと前記樹脂フレーム内周面の内側空間とを連通するトンネル状の流路が形成されている、ことを特徴とする燃料電池用セパレータ。

(2) 前記流路は該流路の全長にわたって直線状に延びており、前記流路のセパレータ側部分の内面は前記セパレータの表面と同一面上にある、(1)記載の燃料電池用セパレータ。

(3) セパレータ周囲にマニホールドを内蔵した樹脂フレームを有し、前記樹脂フレームの前記マニホールドより内周側部分に、前記マニホールドと前記樹脂フレーム内周面の内側空間とを連通するトンネル状の流路が形成されている、樹脂フレーム付きの燃料電池用セパレータの製造方法であって、流路成形用のピン状の中子をフレーム中間品成形用型内に配して溶融樹脂を注入し樹脂凝固後型から外し中子を抜いて、樹脂フレームのマニホールドより内周側部分にトンネル状の流路を有しマニホールドより外周側部分のうち中子抜き時に干渉する部分が欠落したフレーム中間品を形成する第1段工程と、フレーム中間品をフレーム最終品成形用型内に配して溶融樹脂を注入して前記中子抜き時に干渉する部分を埋め、樹脂凝固後型から外してフレーム最終品を形成する第2段工程と、からなる燃料電池用セパレータの製造方法。

【0005】上記(1)の燃料電池用セパレータでは、樹脂フレームにトンネル状の流路が形成されているので、従来の溝付きフレームを2枚重ねて形成した流路の場合のように重ね合わせたフレーム間のシールが問題となることがなく、かつ従来2枚であったフレームが1枚となるので、コスト低減をはかることができる。上記

(2)の燃料電池用セパレータでは、流路は該流路の全長にわたって直線状に延びており、流路のセパレータ側部分の内面はセパレータの表面と同一面上にあるので、屈曲していた従来の流路に比べて流れ抵抗が低減する。上記(3)の燃料電池用セパレータの製造方法では、トンネル状の流路をピン状中子を用いて成形する工程と、マニホールドより外側部分を埋める工程との2段工程でフレームを成形するので、1つのフレーム内に容易に流路を成形することができる。

【0006】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の燃料電池用セパレータを図1～図6を参照して、説明する。本発明の燃料電池は固体高分子電解質型燃料電池10である。本発明の燃料電池10は、たとえば燃料電池自動車に搭載される。ただし、自動車以外に用いられてもよい。

【0007】固体高分子電解質型燃料電池10は、図1～図6に示すように、イオン交換膜からなる電解質膜11とこの電解質膜11の一面に配置された触媒層12および拡散層13からなる電極14（アノード、燃料極）および電解質膜11の他面に配置された触媒層15および拡散層16からなる電極17（カソード、空気極）と

からなる膜－電極アッセンブリ（MEA：Membrane-Electrode Assembly）と、電極14、17に燃料ガス（水素）および酸化ガス（酸素、通常は空気）を供給するための流体通路27および燃料電池冷却用の冷却水が流れる冷却水流路26を形成するセパレータ18とを重ねてセルを形成し、該セルを複数積層してモジュール19を構成し（たとえば、2セルから1モジュールを構成し）、モジュール19を積層してモジュール群とし、モジュール群のセル積層方向（燃料電池積層方向）両端に、ターミナル20、インシュレータ21、エンドプレート22を配置してスタック23を構成し、スタック23を積層方向に締め付けスタック23の外側で燃料電池積層体積層方向に延びる締結部材24（たとえば、テンションプレート、スルーボルトなど）とボルト25またはナットで固定したものからなる。

【0008】触媒層12、15は白金（Pt）を含むカーボン（C）からなる。拡散層13、16はCからなる。セパレータ18は、不透過性で、通常は、カーボン（黒鉛である場合を含む）または金属または導電性樹脂の何れかからなる。以下ではセパレータ18が、複数の金属板からなる場合を示すが、これに限るものではない。

【0009】セパレータ18は、燃料ガスと酸化ガス、燃料ガスと冷却水、酸化ガスと冷却水、の何れかを区画するとともに、隣り合うセルのアノードからカソードに電子が流れる電気の通路を形成している。冷却水流路26はセル毎に、または複数のセル毎に、設けられる。たとえば、図3に示すように2セルで1モジュールを構成するものでは、モジュール毎（2セル毎）に1つの冷却水流路26が設けられる。

【0010】セパレータ18は、燃料電池を冷却する冷却水流路を形成するとともに反応ガスの流路を形成する冷却用セパレータ18Aと、反応ガスの流路を形成する反応ガス用セパレータ18Bとの2種類のセパレータがある。セパレータ18が金属板からなる場合、冷却用セパレータ18Aも反応ガス用セパレータ18Bも、複数の金属板を重ね合わせた金属セパレータからなる。金属板は、たとえば、SUS（ステンレス）板にニッケルメッキを施したものからなる。

【0011】セパレータ18が金属板からなる場合、冷却用セパレータ18Aは、凹凸が形成され外面にガス流路27を形成する2枚の金属板18a、18bと、該2枚の金属板18a、18bの間に挟まれ、凹凸が形成され、表裏に冷却水流路26を形成する中間金属板18cとの、合計3枚の金属板を有する。中間金属板18c、凹凸が形成されていてもよく（ただし、形成されていなくてもよい）、以下では凹凸が形成されている場合を示す。金属板18a、18bの凹凸は、たとえばディンプル（断面が円錐台形で、各凹凸が非連続の凹凸）であり（ただし、連続した溝状の凹凸でもよい）、中間金属板

18cの凹凸は連続した溝状の凹凸である。中間金属板18cは、金属板18a、18bの凹凸の凹部の底壁の内面と接触して、金属板18a、18bを支持している。

【0012】セパレータ18が金属板からなる場合、冷却用セパレータ18Aでは、2枚の金属板18a、18b間のスペースは冷却水流路26である。冷却水流路26は、中間金属板18cにより、中間金属板18cの表側の冷却水流路26aと中間金属板18cの裏側の冷却水流路26bとに区画される。中間金属板18cの凹凸の凹の幅と凸の幅とは等しく、表側の冷却水流路26aと裏側の冷却水流路26bの流れ抵抗は、等しいか、またはほぼ等しい。そして、冷却水は、中間金属板18cの外側のフレーム31内に形成された冷却水マニホールド28から金属板18cの表裏の冷却水流路26に入り、冷却水流路26a、26bを通過した後、冷却水マニホールド28へ出ていく。中間金属板18cには、表側の冷却水流路26aと裏側の冷却水流路26bを連通する穴30が形成されており、容易にガス抜きされるようになっている。また、耐電食性をもたせるために、金属板18a、18bと中間金属板18cとは同じ材質としてある。

【0013】冷却用セパレータ18Aでは、金属板18a、18bの外周部位は、それぞれ、樹脂製の平板状のフレーム31内に延び、フレーム31内に形成されたガスマニホールド29の手前で止まり、フレーム31に一体成形される（たとえば、埋め込まれてインサート成形される）。中間金属板18cの外周部はフレーム31の内周面かその手前で止まり、フレーム31内には延びない。中間金属板18cは金属板18a、18bと接触しているが、溶接等による接合はされていない。金属板18aの外周部が埋め込まれたフレームと、金属板18bの外周部が埋め込まれたフレームとが分離された時には、中間金属板18cは外されて交換可能である。金属板18aの外周部が埋め込まれたフレームと、金属板18bの外周部が埋め込まれたフレームとの間にはガスケット32が配置されており、冷却水流路26を外部からシールしている。また、フレーム31にはトンネル状の流路33が形成されており、ガスマニホールド29からのそれぞれの反応ガス（燃料ガス、酸化ガス）をそれぞれのガス流路27（燃料ガス流路27a、酸化ガス流路27b）に供給、排出する。

【0014】反応ガス用セパレータ18Bは、凹凸が形成され外面にガス流路27（燃料ガス流路27a、酸化ガス流路27b）を形成する2枚の金属板18a、18bのみを有し、中間金属板18cは有しない。反応ガス用セパレータ18Bでは、2枚の金属板18a、18b間には冷却水は流れない。金属板18a、18bの凹凸は、たとえばディンプル（断面が円錐台形で、各凹凸が非連続の凹凸）である（ただし、連続した溝状の凹凸で

もよい）。反応ガス用セパレータ18Bでは、2枚の金属板18a、18bの外周部は、合わされて、1つのフレーム31に埋め込まれている。合わされた金属板18a、18bの外周部は、フレーム31内でガスマニホールド29の手前で止まっている。また、フレーム31にはトンネル状の流路33が形成されており、ガスマニホールド29からのそれぞれの反応ガス（燃料ガス、酸化ガス）をそれぞれのガス流路27（燃料ガス流路27a、酸化ガス流路27b）に供給、排出する。

【0015】膜-電極アセンブリ（MEA）は、冷却用セパレータ18Aでは、金属板18a（18b）の凹凸の凸部と、反応ガス用セパレータ18Bの金属板18a、（18b）の凹凸の凸部とによって挟まれており、電極部は凸部の裏側で、直接、冷却水により冷却されている。膜-電極アセンブリ（MEA）の外周部は隣接するフレーム31間に挟まれており、膜11は電極14、17よりさらに外周に延びて、隣接するフレーム31間に挟まれている。

【0016】図5、図6は、セパレータ18周囲にマニホールド29を内蔵した樹脂フレーム31を有する樹脂フレーム付きの燃料電池用セパレータ18における、樹脂フレーム31と、セパレータ18と、トンネル状の流路33の構造を拡大して示している。セパレータ18の金属板18a、18b（セパレータ18が黒鉛からなる場合は黒鉛板）の外縁部は、ほぼ中央部が抜かれたほぼ四角形状の平板状の枠体からなる樹脂製のフレーム31の、ガスマニホールド29より内周側部分に、フレーム31成形時に、一体成形（たとえば、埋め込まれてインサート成形）されている。金属板18a、18bは、冷却用セパレータ18Aにおけるように、1枚の金属板が1枚のフレーム31にインサート成形されているもよいし、反応ガス用セパレータ18Bにおけるように、2枚の金属板18a、18bが合わされて1枚のフレーム31にインサート成形されているもよい。

【0017】樹脂フレーム31のガスマニホールド29より内周側部分には、マニホールド29と樹脂フレーム内周面の内側の反応ガス（燃料ガスまたは酸化ガス）が流れる空間とを連通するトンネル状の流路33が形成されている。流路33は、樹脂フレーム31の成形時に中子（ピン状の中子）により形成されるもので、1枚のフレーム31の厚さの範囲内に形成されている。したがって、従来のように2枚の板を張り合わせたフレームの溝からなる流路ではない。流路33は該流路の全長にわたって直線状に延びており、従来の流路のようにフレームの板厚方向に屈曲していない。流路33が直線状に延びているので、成形時にピン状の中子を中子軸方向に抜くことができる。流路33のセパレータ18側部分の内面はセパレータ18の表面と同一面上にある。したがって、成形時にセパレータ18と中子が干渉することはない。

【0018】上記の、セパレータ18周囲にマニホールド29を内蔵した樹脂フレーム31を有し、樹脂フレーム31のマニホールド29より内周側部分に、マニホールド29と樹脂フレーム内周面の内側空間とを連通するトンネル状の流路33が形成されている、樹脂フレーム付きの燃料電池用セパレータは、つぎの第1段工程、ついで実行される第2段工程にしたがって、製造される。第1段工程では、トンネル状流路成形用のピン状の中子をフレーム中間品成形用型内に配して溶融樹脂を注入し樹脂凝固後型から外し中子を抜いて、樹脂フレーム31のマニホールド29より内周側部分にトンネル状の流路33を有しマニホールド29より外周側部分のうち中子抜き時に中子が干渉する部分（図5の2点鎖線Bで囲んだ部分）が欠落したフレーム中間品を形成する。第2段工程では、第1段工程で製造したフレーム中間品をフレーム最終品成形用型内に配して溶融樹脂を注入して中子抜き時に干渉するために欠落させた部分（図5の2点鎖線Bで囲んだ部分）を埋め、樹脂凝固後、型から外してフレーム最終品を形成する。このように、フレーム部は2段成形される。

【0019】上記では、セパレータ18が金属セパレータの場合を主に説明したが、セパレータ18は金属セパレータに限るものではなく、ガスや液が不透過でかつ導電性を有するものであればよく、たとえば、黒鉛セパレータ、導電性樹脂セパレータであってもよい。また、流路33は、ガスマニホールド29と反応ガス流路とを連通する流路である場合を説明したが、それに限るものではなく、冷却水マニホールド28とセパレータ内冷却水流路26とを連通する流路であってもよい。

【0020】つぎに、本発明の燃料電池用セパレータの作用を説明する。樹脂フレーム31にトンネル状の流路33が形成されているので、従来の溝付きフレームを2枚重ねて形成した流路の場合のように重ね合わせたフレーム間のシールが問題となることがない。また、従来2枚のフレームの張り合わせからなる合成フレームであったものが、本発明では1枚の一体フレーム31となるので、製造の単純化、部品点数削減などによって、コスト低減をはかることができる。また、流路33は該流路の全長にわたって直線状に延びており、流路33のセパレータ18側部分の内面はセパレータ18の表面と同一面上にあるので、屈曲していた従来の流路に比べて、流れ抵抗が低減する。また、流路33をフレーム31の厚さの範囲内に形成し、流路33がフレーム31の積層面34に露出しない構造としたので、MEAの電解質膜11のシール面が平面となり、隣り合うフレーム31の平面シール面間に膜11を挟み込んでシールすることができる。もしもこのシール面に流路の凹凸が溝状に露出すると膜が溝に落ち込んでシール不全が生じるが、そのような事態が生じない。なお、図5において、フレーム31の積層面34の内周部に段差35があるが、これはME

Aの拡散層と膜11との段差を吸収するための段差であり、この段差35より外側に電解質膜11が延び、隣り合うフレーム31の平面シール面間でシールされる。

【0021】本発明の燃料電池用セパレータ18の製造方法では、流路33をピン状中子を用いて成形する工程と、マニホールド29より外側部分を埋める工程との2段工程でフレーム31を成形するので、1つのフレーム31内に容易に流路33を成形することができる。

【0022】

【発明の効果】請求項1の燃料電池用セパレータによれば、樹脂フレームにトンネル状の流路が形成されているので、従来の溝付きフレームを2枚重ねて形成した流路の場合のように重ね合わせたフレーム間のシールが問題となることなく、かつ従来2枚であったフレームが1枚となるので、コスト低減をはかることができる。請求項2の燃料電池用セパレータによれば、トンネル状の流路は該流路の全長にわたって直線状に延びており、流路のセパレータ側部分の内面はセパレータの表面と同一面上にあるので、屈曲していた従来の流路に比べて流れ抵抗が低減する。請求項3の燃料電池用セパレータの製造方法によれば、トンネル状の流路をピン状中子を用いて成形する工程と、マニホールドより外側部分を埋める工程との2段工程でフレームを成形するので、1つのフレーム内に容易に流路を成形することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明実施例のセパレータを備えた燃料電池の全体概略図である。

【図2】本発明実施例の燃料電池のモジュールの端部とその近傍の断面図である。

【図3】本発明実施例の燃料電池の電解質膜－電極アッセンブリの一部の拡大断面図である。

【図4】本発明実施例の冷却用セパレータの中間金属板の正面図である。

【図5】本発明実施例のセパレータと樹脂フレームとトンネル状の流路の近傍部分の断面図（図6のA－A断面図）である。

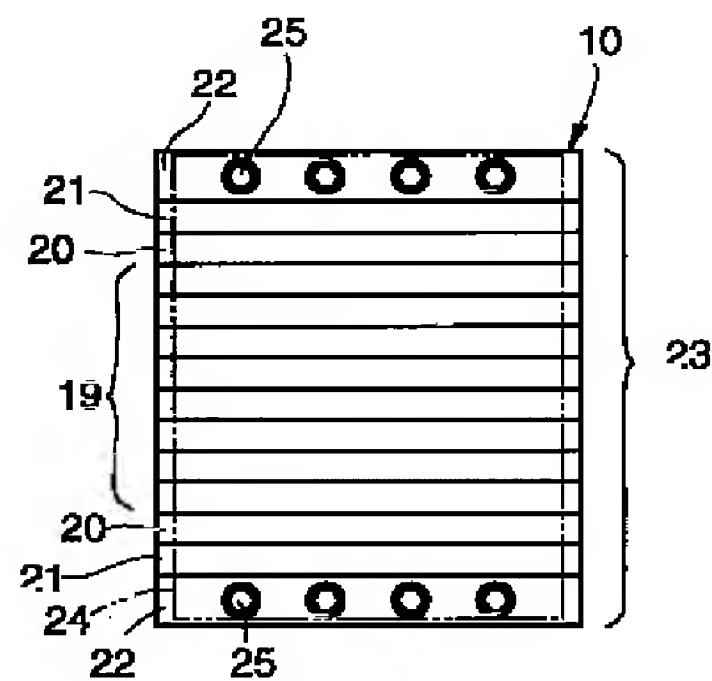
【図6】本発明実施例のセパレータと樹脂フレームとトンネル状の流路の近傍部分の正面図である。

【符号の説明】

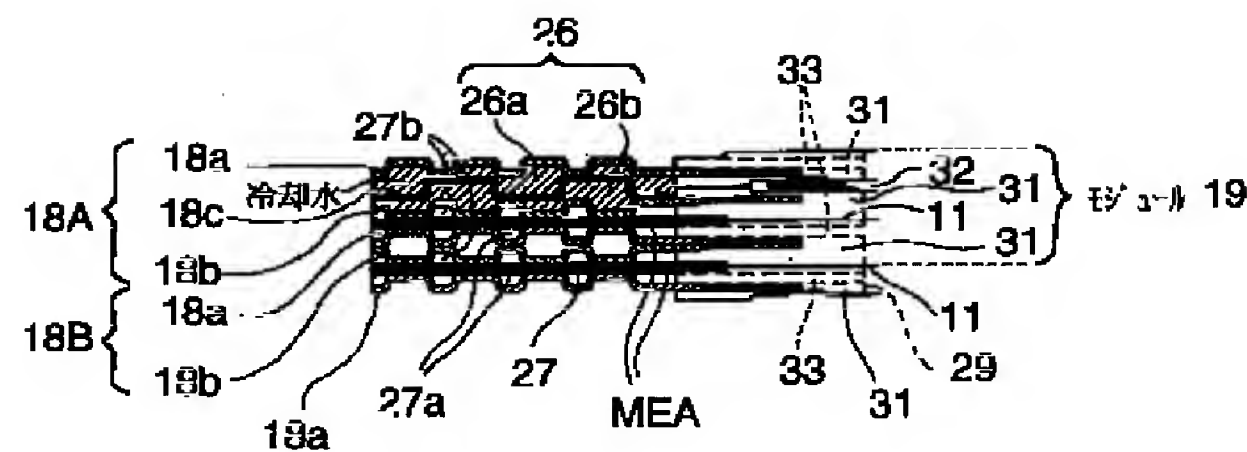
- 10 （固体高分子電解質型）燃料電池
- 11 電解質膜
- 12 触媒層
- 13 拡散層
- 14 電極（アノード、燃料極）
- 15 触媒層
- 16 拡散層
- 17 電極（カソード、空気極）
- 18 セパレータ
- 18A 冷却用セパレータ
- 18B 反応ガス用セパレータ

- | | |
|---------------------|----------------|
| 18a、18b 金属板 | 27 ガス流路 |
| 18c 中間金属板 | 27a 燃料ガス流路 |
| 19 モジュール | 27b 酸化ガス流路 |
| 20 ターミナル | 28 冷却水マニホルド |
| 21 インシュレータ | 29 ガスマニホルド |
| 22 エンドプレート | 30 穴 |
| 23 スタック | 31 フレーム |
| 24 締結部材 (テンションプレート) | 32 ガasket |
| 25 ボルトまたはナット | 33 (トンネル状の) 流路 |
| 26 冷却水流路 | 34 積層面 |
| 26a 中間金属板の表側冷却水流路 | 35 段差 |
| 26b 中間金属板の裏側冷却水流路 | |

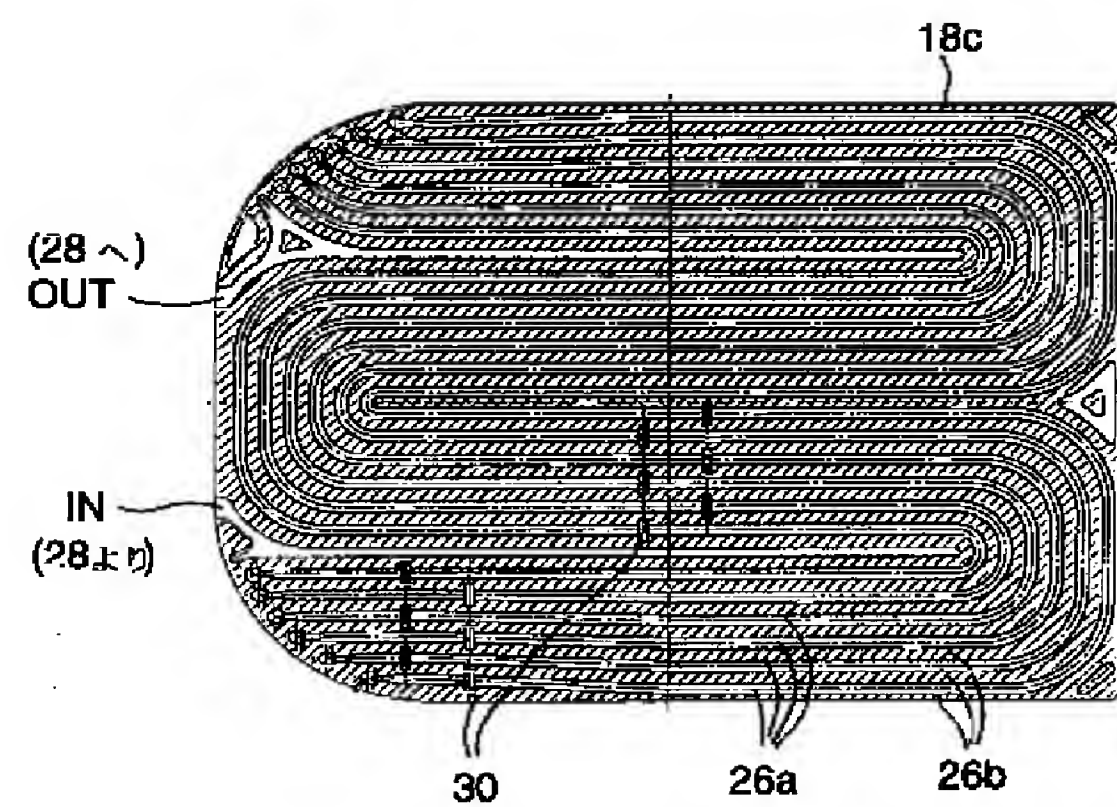
【図1】



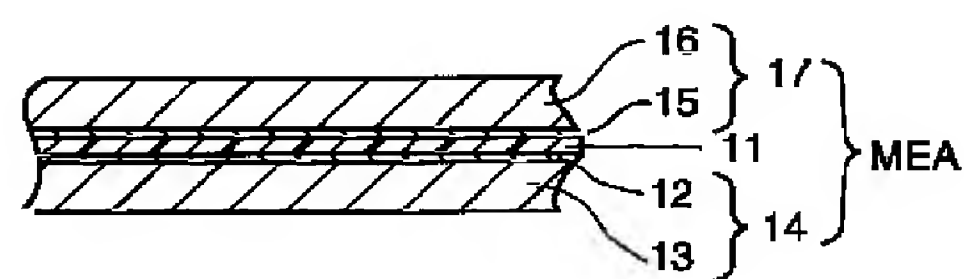
【図2】



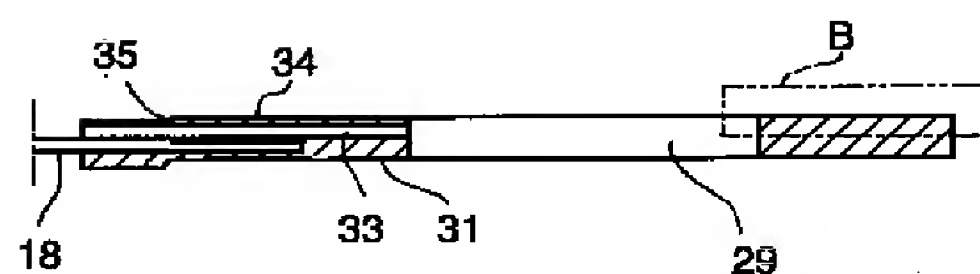
【図4】



【図3】



【図5】



【図6】

